

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕНТГЕНОВСКИХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ 3D ЛИНЗ

Н. Н. Кольчевский, П. В. Петров

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: kolchevsky@bsu.by

Преломляющие рентгеновские линзы используются для фокусирования, коллимирования и создания изображений. Основные параметры преломляющих линз: апертура 5–500 мкм, количество преломляющих микролинз – 10–500, фокусное расстояние – 0,1–2 м, передача 0,1–90 %. По сравнению с отражающей и дифракционной, рентгеновская оптика применима в более широком диапазоне энергий фотонов.

На сегодняшний день в мире разработано более десятка преломляющих рентгеновских 2D и 3D линз. Особый интерес для исследования представляют 3D преломляющие рентгеновские линзы из-за своей необычной структуры. На рис. 1 представлен образец, полученный в СНИЛ БГУ путем последовательного выращивания и заморозки раствора из глицерина в воде. 3D линза, полученная в итоге такой последовательности операций, представляет собой гексагонально-плотнупакованную структуру из пузырей воздуха [1].

Целью доклада является демонстрация оптических характеристик, таких как радиус диафрагмы, пропускание, фокусное расстояние 3D линз на примере структуры с кубической компоновкой микролинз.



Рис. 1. Образец 3D-линзы с гексагональной структурой, полученной в СНИЛ кафедры физической электроники и нанотехнологий БГУ

Все возможные структуры 3D линзы представляет собой упаковку из шаров равного радиуса. При описании правильной внутренней структуры 3D преломляющей линзы будем пользоваться понятием периодической решетки. Периодическая решетка представляет собой пространственную сетку, в узлах которой располагаются сферы, образующие преломляющие микролинзы. Для описания положения этих микролинз воспользуемся математическим аппаратом кристаллографии, а именно индексами Миллера, или HKL координатами.

Координаты H и K показывают количество линз, расположенных в соответствующих рядах при переходе на плоскость, L – количество таких плоскостей.

Разработано программное обеспечение <X-RAY GONIOMETER>, позволяющее для 2D и 3D преломляющих линз, с учетом периода и характерных углов решетки, радиуса отдельной линзы, протяженности структуры, энергии плазменных колебаний, энергии фотонов рентгеновского излучения, показателя поглощения, направления НКЛ, радиуса диафрагмы, вычислять параметры фокусного расстояния и пропускания.

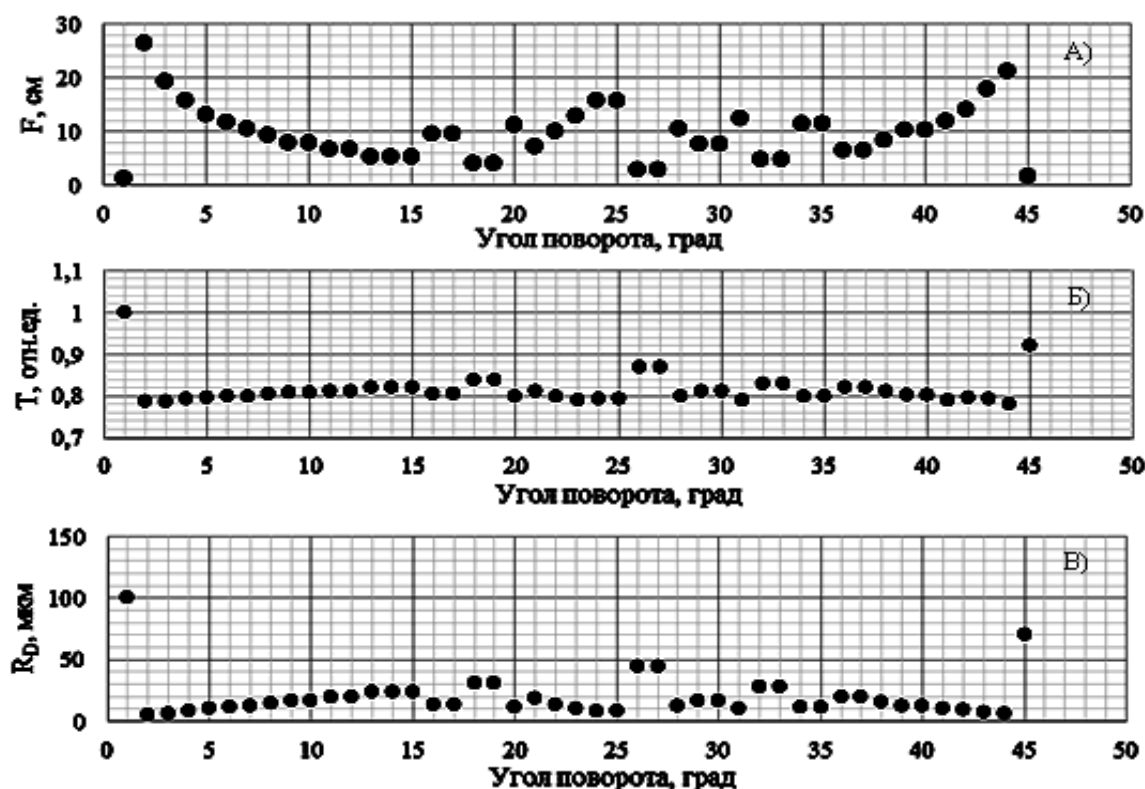


Рис. 2. Зависимость фокусного расстояния (А), пропускания (Б) и радиуса диафрагмы (В) от угла поворота 3D-линзы с кубической упаковкой микролинз.

Результаты моделирования пропускания, фокусного расстояния и радиуса диафрагмы 3D линзы при энергии рентгеновских фотонов 8 кэВ, в зависимости от угла поворота, представлены на рис 2. Параметры для расчета линзы были выбраны исходя из реальных, получаемых в условиях лаборатории образцов: радиус отдельной микролинзы $R = 50$ мкм, протяженность всей структуры $L = 5$ см, период решетки 100 мкм. Как можно заметить, для кубической упаковки микролинз для направления $[100]$, которое соответствует углу 0° и направления $[110]$, для угла поворота 45° присуще наименьшее значение фокусного расстояния и наибольшее значение пропускания.

1. Сороко И. И., Кравченко О. И., Яскевич Ю. Р. и др. // Физика конденсированного состояния: Матер. 23-й междунар. науч.-практ. конф. Гродно, 16 апр. 2015, С. 185.